

## 土壤改良剂对烤烟生长发育及烟叶产质量的影响

陆国勇, 屈杰, 王守旗\*, 明卫强, 段莹, 高飞, 刘光伟 (云南省烟草公司保山市公司腾冲分公司, 云南腾冲 679100)

**摘要** 通过大田试验, 在云南省腾冲市曲石镇研究了不同土壤改良剂处理对烤烟生长发育及烟叶产质量的影响。结果表明, 正常施肥情况下, 施用腐熟农家肥和油菜籽粉能有效促进烟株生长, 显著降低烟田常见病害的发病率, 能改善烟叶品质, 提高上等烟比例和均价, 增加经济效益。施用熟石灰和沸石的烟株农艺性状较好。建议在施用适量基础上, 大田理墒时条施粉碎油菜籽 4 500 kg/hm<sup>2</sup>, 可以改良植烟土壤, 抑制病原菌的生长, 改善烟叶品质, 提高上等烟比例和均价, 降低生产成本, 增加烟农经济效益, 达到优质适产的目的; 在大田移栽时增施 7 500 kg/hm<sup>2</sup> 腐熟农家肥、减少化肥施用量可以提高烟株抗病性, 改善烟叶品质, 提高烟叶质量。

**关键词** 土壤改良剂; 烤烟; 生长发育; 产量; 质量

**中图分类号** S156.2 **文献标识码** A

**文章编号** 0517-6611(2021)09-0032-05

**doi:** 10. 3969/j. issn. 0517-6611. 2021. 09. 008



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Effects of Soil Modifiers on the Growth, Yield and Quality of Flue-cured Tobaccos

LU Guo-yong, QU Jie, WANG Shou-qi et al (Baoshan Company Tengchong Branch of Yunnan Tobacco Company, Tengchong, Yunnan 679100)

**Abstract** Effects of different soil modifiers on growth, yield and quality of the flue-cured tobacco were studied with field experiment in Qushi Town, Tengchong City, Yunnan Province. Results showed that under normal fertilization, applying the composting manure and rape rod powder could effectively promote the growth of tobacco plant, and showed significant effects on reducing the incidence of tobacco fields of common diseases. It also could improve the quality of tobacco leaves, increase the proportion of superior tobacco and average price, and enhance economic benefit. In addition, application of hydrated lime and zeolite could obtain better agronomic traits of tobacco plant. It was suggested that based on the proper normal fertilizer, banding crushed rapeseed rod 4 500 kg/hm<sup>2</sup> could improve tobacco planting soils, inhibit the growth of pathogenic bacteria, improve the quality of tobacco leaves, enhance the proportion of first-class tobacco and average price, reduce production costs, enhance the economic efficiency of tobacco farmers, and achieve the goal of optimal production quality. Adding 7 500 kg/hm<sup>2</sup> composting manure in the field transplanting and reducing the amount of chemical fertilizer could improve tobacco plant disease resistance and the quality of tobacco leaves.

**Key words** Soil modifiers; Flue-cured tobacco; Growth and development; Yield; Quality

土壤在一定程度上决定了烟叶质量的特点, 影响了烤烟化学成分的变化。烟草的产量、化学成分、评吸质量及烟叶的工业可用性与土壤的类型及土壤的理化性质密切相关<sup>[1]</sup>。当前, 我国植烟土壤长期片面重视化学肥料, 致使土壤有机质含量锐减, 土壤理化性质恶化, 尤其是团聚体数量和质量下降, 土壤通气状况退化。此外, 人均耕地面积较少, 轮作倒茬较困难, 导致烤烟连作现象较严重。晋艳等<sup>[2]</sup>研究发现, 随着连作年限的增加, 烟叶产质量呈下降趋势, 总糖、还原糖、钾含量也随着下降, 烟碱含量上升, 烟叶质量明显下降。因此, 对植烟土壤进行改良修复, 提高烟叶产质量成为当前烤烟栽培研究的热点之一。

目前, 改良土壤性状的方法较多, 如实行耕犁细作、种植绿肥、合理轮作和增施有机肥等栽培措施<sup>[3-5]</sup>, 而施用土壤改良剂是在现代化基础上发展起来的有别于传统土壤改良方法的新方法, 它能有效改善土壤理化性状和土壤养分的状况, 并对土壤微生物活动产生积极影响, 为植物的生长提供良好条件, 促进植物生长, 提高退化土壤的生产力<sup>[6]</sup>。胡军等<sup>[7]</sup>研究表明, 施用土壤改良剂能有效改善烟株营养, 促进烟株对营养元素的吸收, 使烟株大田农艺性状表现良好。李彰等<sup>[8]</sup>研究表明, 施用土壤改良剂后, 烟株的质量性状明显改善, 叶间距分布更趋合理, 抗倒伏性增强。微生物土壤改

良剂处理烟株的株高、茎粗、节距、中上部叶片长宽及面积在旺长期和圆顶期均高于对照微生物土壤改良剂处理。烟株的发病率和发病指数极显著低于对照。简盛义等<sup>[9]</sup>研究表明, 在贵阳烟区常规施肥基础上配施土壤改良剂能显著增加烤烟的株高、茎围和叶面积, 提高烟叶总糖、还原糖含量, 改善烟叶品质。刘春英<sup>[10]</sup>研究结果表明, 植烟土壤施用不同组合改良剂后, 烤烟生物产量、经济产量、上等烟叶产量、烟叶还原糖及烟碱含量等均有不同程度提高。

目前研究较多的土壤改良剂有沸石、石灰、污泥、腐殖酸、聚丙烯酰胺等天然无机类改良剂、天然有机类改良剂、人工合成改良剂和生物改良剂等<sup>[11-15]</sup>。利用石灰改良植烟土壤 pH 是研究较多的领域之一, 有研究表明, 植烟土壤使用石灰可降低土壤酸度, 改善土壤理化性质, 提高烟叶产质量<sup>[16-18]</sup>。

周晓等<sup>[19]</sup>研究表明, 配施 20%~50% 的有机肥有利于烤烟营养的均衡供应, 促进生长发育, 增加香气, 对品质形成有重要作用。殷红慧等<sup>[20]</sup>研究表明, 施用充分腐熟的农家肥能使黑胫病、青枯病的病情指数显著下降 33.3% 和 22.2%, 且能显著提高烤烟的产值、产量、均价、上等烟比例和上中等烟比例。范文思等<sup>[21]</sup>研究表明, 烟株生长期, 施用腐熟农家肥处理的土壤碱解氮、速效钾和速效磷含量均较 CK 有所提高。施用农家肥可显著降低烟叶两糖含量, 提高糖碱比、钾氯比。

天然沸石是一种含水的碱金属和碱土金属的架状铝硅

**作者简介** 陆国勇(1987—), 男, 云南腾冲人, 助理农艺师, 从事烤烟栽培和生产管理研究。\* 通信作者, 农艺师, 从事烤烟栽培和生产管理研究。

**收稿日期** 2020-08-24; **修回日期** 2020-09-15

酸盐矿物,具有较强的离子交换吸附特性<sup>[22]</sup>,可以提高土壤对铵离子、磷酸根离子和钾离子等的吸附能力<sup>[23]</sup>。在正常施肥基础上施用沸石,可以改良盐碱和酸性土壤,促进作物的生长发育,增加作物对养分的吸收。李昱等<sup>[24]</sup>指出,酸性植烟土壤中施入沸石能提高土壤 pH,增加烤烟土壤养分的有效性,促进烤烟对肥料的吸收利用,提高烤烟烟干物质积累和烟叶品质。杨宗云<sup>[25]</sup>指出,塘施沸石改良措施有利于烟株的生长和叶片的发育,其株高、叶数、叶长、叶宽等农艺性状指标都高于其余改良措施,塘施沸石改良措施对烟株前期生长发育的促进作用更明显。

农作物秸秆是一种可再生资源,秸秆还田既可以提高对农业资源的利用率,又可以降低对环境的污染,并具有培肥地力、提高农作物品质的效果。研究表明,有机秸秆肥能显著或极显著地增加 20~40 cm 耕作层中微生物的数量。张晓海等<sup>[26]</sup>研究发现,在长期化肥和农家肥配施的烟地使用土壤改良剂能增加上层土壤中的微生物数量。颜波等<sup>[27]</sup>研究表明,应用农作物秸秆还田可增加土壤有机质水平,提高秸秆腐解后的腐殖化系数,降低原有有机质的矿化率。王育军

等<sup>[28]</sup>研究表明,油菜秸秆还田及秸秆还田基础上降低 20%~40% 氮肥投入有利于增加烟叶产量和产值,提高烟叶品质。针对腾冲市部分烟区土壤状况恶化,笔者在腾冲烟区选取连续种植烤烟地块、发病率较高、烤烟产量低等问题土壤开展熟石灰、腐熟农家肥、沸石、油菜秆粉对烤烟生长及产质量的影响,为筛选适合腾冲烟区的土壤改良剂提供参考依据。

## 1 材料与方法

**1.1 试验地概况** 试验于 2019 年 4 月在云南省腾冲市曲石镇进行。试验田块面积 0.1 hm<sup>2</sup> (为不同农户、同一田块、不同烤房),土壤为壤土,土层厚度 1 m 以下,前茬为油菜。该地交通便利,地势平坦,排灌方便。

**1.2 试验材料** 试验品种为云烟 87。

**1.3 试验设计** 试验共设 5 个处理(表 1),4 次重复。试验小区随机排列,第 1、2、3 重复为经济效益统计和烟叶品质取样区,四周设保护行,每小区栽烟 100 株,第 4 重复为挂牌取样区,其中对照小区栽烟 100 株,A、B、C、D 处理每小区栽烟 120 株,除试验处理要求外,其他农艺操作按照《保山烤烟综合标准》进行。

表 1 试验处理设计

Table 1 Design of test treatments

处理编号 Treatment code	试验处理 Test treatment	施用方法 Application method	施肥量 Fertilization amount
A	施熟石灰 60 g/株	整地时撒施 50%,理墒时条施 50%	当地正常生产施肥
B	施腐熟农家肥 500 g/株	移栽前拌塘	当地正常生产施肥,氮肥施用量减少 0.5 g/株
C	施沸石 500 g/株	移栽前拌塘	当地正常生产施肥
D	施粉碎油菜秆 300 g/株	理墒时条施拌匀	当地正常生产施肥
CK	当地正常生产施肥	—	—

**1.4 田间管理及病虫害防治** 4 月 20 日开始进行预整地,4 月 26 日开始移栽,移栽规格为行距×株距 120 cm×50 cm,塘高 35 cm。基肥施用种类、数量、方法见表 2。

移栽时采用“带水带肥带药移栽”,从苗期到成熟采收结束,根据土壤肥力及烟株长势情况及时进行追肥,各处理追肥施用时间和用量见表 3。

表 2 不同处理基肥施用比较

Table 2 Comparison of the base fertilizer dosages of different treatments

处理编号 Treatment code	基肥种类 Types of basic fertilizer	基肥用量 Dosage of basic fertilizer	基肥施用方法 Application method of basic fertilizer	日期 Date
A	复合肥(8:16:26)、熟石灰	450 kg/hm <sup>2</sup> (60 g/株)	撒施浇施、撒施条施	04-26
B	复合肥(8:16:26)、腐熟农家肥	450 kg/hm <sup>2</sup> (500 g/株)	撒施浇施、拌塘	04-26
C	复合肥(8:16:26)、沸石	450 kg/hm <sup>2</sup> (500 g/株)	撒施浇施、拌塘	04-26
D	复合肥(8:16:26)、油菜秆粉	450 kg/hm <sup>2</sup> (300 g/株)	撒施浇施、条施	04-26
CK	复合肥	450 kg/hm <sup>2</sup>	撒施、浇施	04-26

表 3 不同处理追肥施用比较

Table 3 Comparison of the topdressing fertilizers of different treatments

时间 Time	追肥日期 Topdressing date	追肥种类 Topdressing type	追肥用量 Topdressing amount kg/hm <sup>2</sup>	追肥施用方法 Application method of topdressing
第 1 次 The first time	04-26	复合肥(8:16:26)	75.0	浇施
第 2 次 The second time	05-03	氮钾肥(16:0:30)	150.0	浇施
第 3 次 The third time	05-26	复合肥(8:16:26)	450.0	浇施
第 3 次 The third time	05-26	氮钾肥(16:0:30)	75.0	浇施
第 4 次 The fourth time	07-08	磷酸二氢钾(KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> )	1.5	叶面喷施
第 5 次 The fifth time	07-15	磷酸二氢钾(KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> )	1.5	叶面喷施
第 6 次 The sixth time	07-22	磷酸二氢钾(KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> )	1.5	叶面喷施

病虫害防治方面坚持绿色植保理念,贯彻“预防为主,综合防治”的植保方针,以农业防治为基础,生物防治为重点,物理防治为辅助,化学防治为补充。

虫害采用烟蚜茧蜂、性诱剂诱杀、人工捕捉等方式控制,病害优先选择生物农药、低毒低残留高效农药防治,最大限

度地减少农药的使用量和频次,避免造成农药残留超标。具体药剂用量见表4。在采烤前15 d,严禁使用化学农药。5月7日浇水1次,7月2日处理底脚叶2片,7月5日封顶打杈,7月7日施用抑芽剂。

表4 不同药剂施用方法及防治对象的比较

Table 4 Comparison of the pesticide applications and farm operation

序号 Code	药剂 Pesticide	防治对象 Control object	施用方法 Utilization method	用药液量 Liquid volume g/hm <sup>2</sup>	施用浓度 Utilization concentration 倍	施用时间 Utilization date
1	2%氨基寡糖素水剂	花叶病	喷雾	1 500	1 000	05-06
2	枯草芽孢杆菌	两黑病和青枯病	浇淋茎秆基部	225	2 500	05-26
3	77%硫酸铜钙可湿性粉剂	叶斑病、炭疽病、野火病等	叶面喷雾	1 500	500	06-05
4	12.5%腈菌唑微乳剂	白粉病	喷雾	375	1 500	06-28
5	30%甲戊烯效唑乳油	抑芽	笔涂或杯淋	1 500	200	07-07

**1.5 测定项目及方法** 记录移栽期、团棵期、旺长期、现蕾期、封顶时间、初烤时间和最后采烤时间。在试验烟株封顶后的第1天,调查第1、2、3重复烟株的农艺性状,每小区选3株发育充分、生长整齐、青秀无病的相邻烟株,调查试验烟株的叶面积系数、株高、茎围、节距。调查采烤期前后田间病虫害情况。第1、2、3重复成熟后分小区按处理单独逐叶采收烘烤,烟叶按国家42级收购标准评级,统计试验烟叶经济效益(产量、产值、上等烟比例、中等烟比例、均价)。

单叶叶面积=0.634 5×(叶长×叶宽)

叶面积系数=平均单叶面积×单株叶数×每公顷株数

病株率=(发病株数/调查总株数)×100%

**1.6 数据处理** 采用Excel 2007 进行数据分析处理。

## 2 结果与分析

**2.1 不同处理对云烟87生育期的影响** 由表5可知,各处理整个大田生育期都为137 d,可能是由于统一移栽,统一打顶抹杈、采收烘烤等造成的。各处理从移栽至现蕾进入相应的生育期顺序为处理B>处理D>CK,表明施用腐熟农家肥和油菜秆粉均能不同程度地促进烟株生长,其中施用腐熟农家肥效果优于油菜秆粉。而熟石灰和沸石对烟株各生育期影响与对照接近。

表5 不同处理对云烟87生育期的影响

Table 5 Effects of different treatments on the growth period of Yunyan 87

处理编号 Treatment code	移栽期 Transplanting period	团棵期 Resettling stage	旺长期 Vigorous growth stage	现蕾期 Budding stage	封顶期 Top-cutting time	初烤期 Early baking period	终采期 Final harvesting period
A	04-26	05-28	06-07	06-26	07-05	07-18	09-10
B	04-26	05-26	06-05	06-24	07-05	07-18	09-10
C	04-26	05-28	06-07	06-26	07-05	07-18	09-10
D	04-26	05-27	06-06	06-25	07-05	07-18	09-10
CK	04-26	05-28	06-07	06-26	07-05	07-18	09-10

**2.2 不同处理对云烟87封顶后1 d农艺性状的影响** 从表6可以看出,施用土壤改良剂的各处理的有效叶数和茎围与对照接近,其中处理D的茎围比对照粗0.2 cm。处理B、D烟株节距明显拉长,处理A、C也有增长节距的趋势。而处理A的平均株高比CK高2.5 cm。处理A、C、D的平均单叶

面积均比CK高,表现在比CK增加0.18%~4.20%,处理B略低于CK。叶面积系数均高于CK,说明施用土壤改良剂可以促进烟株生长,改善烟株长势长相,其中处理A、C对烟株农艺指标的改善效果较明显,对烟株的生长最好,其次是处理B、D。

表6 不同处理对云烟87封顶后1 d农艺性状的影响

Table 6 Effects of different treatments on the sgronomic characters on 1 d after topping

处理编号 Treatment code	有效叶数 Effective leaves 片	株高 Plant height cm	茎围 Stem girth cm	节距 Node distance cm	平均叶面积 Average leaf area//m <sup>2</sup>	叶面积系数 Leaf area coefficient
A	20.4	127.83	10.36	4.97	0.112 7	3.83
B	20.6	122.17	10.33	5.27	0.106 0	3.64
C	19.8	124.42	10.17	4.89	0.114 1	3.93
D	20.5	122.83	10.69	4.98	0.109 7	3.74
CK	20.3	125.33	10.49	4.81	0.109 5	3.57

**2.3 不同处理对云烟 87 田间自然发病率的影响** 烤烟是收获叶片的经济作物,病害对烟叶产量、品质影响很大。由表 7 可知,处理 B 的烟株在气候性斑点病、野火病、普通花叶病抗性方面表现均比 CK 的烟株强;处理 C 的烟株炭疽病、气候性斑点病、野火病的抗病力强于 CK,而普通花叶病抗性弱于 CK;处理 D 炭疽病和野火病抗病力比 CK 强,气候性斑点病和普通花叶病抗病力比 CK 弱;处理 A 只有野火病的发病率比 CK 低。综合看来,A、B、C、D 4 种土壤改良剂的施用均有利于提高烟株抗逆性,尤其是对野火病,其发病率与 CK 相比下降了 1.0~5.3 百分点。此外,处理 B 的烟株抗病性最强,处理 C 次之,然后是处理 D,而处理 A 的抗病力最差。

表 7 不同处理对云烟 87 田间自然发病率的影响

Table 7 Effects of different treatments on the field natural disease incidence %

处理编号 Treatment code	炭疽病 Anthracnose	气候性斑点病 Climate scab	野火病 Wildfire disease	普通花叶病 Tobacco mosaic virus
A	8.9	6.16	4.8	2.0
B	—	3.80	2.4	1.0
C	4.0	3.50	6.7	1.6
D	5.6	6.20	6.7	2.0
CK	7.1	4.10	7.7	1.2

**2.4 不同处理对云烟 87 经济效益的影响** 由表 8 可知,对照的产量最高,处理 D 次之,处理 C 最低;产值 CK 处理最高,处理 D 次之,处理 A 最低;处理 D 最高,处理 C 次之,处理 A、CK 最低;上等烟比例处理 D 最高,处理 C 次之,处理 A、CK 最低。由此可见,正常施肥虽然产量、产值高,但上等烟比例低,均价低,烟叶生长综合性状均没有施用其他 4 种土壤改良剂好,尤其不如施用过农家肥和油菜秆;增施粉碎油菜秆有机肥处理的上等烟比例和均价最高,烟叶质量最好,表现为上等烟比例增加了 8.74 百分点,均价增加了 1.24 元。其次是施用农家肥和沸石的处理,而施用熟石灰的处理经济效益增加不明显。

表 8 不同处理对云烟 87 经济效益的影响

Table 8 Effects of different treatments on the economic benefits of Yunyan 87

处理编号 Treatment code	产量 Yield kg/hm <sup>2</sup>	产值 Output value 元/hm <sup>2</sup>	均价 Average price 元	上等烟比例 Proportion of first-class tobacco//%	中等烟比例 Proportion of middle-class tobacco//%
CK	2 753.70	83 547.30	30.34	76.59	17.48
A	2 542.95	75 373.05	29.64	71.66	20.87
B	2 524.80	77 309.25	30.62	80.24	12.70
C	2 490.15	76 522.20	30.73	81.17	13.23
D	2 597.55	82 030.65	31.58	85.33	11.86

### 3 讨论

(1) 施用腐熟农家肥和粉碎油菜秆均能不同程度地促进烟株团棵到现蕾期的生长,烟株长势旺盛,施用腐熟农家肥效果优于油菜秆粉。而关于生育期前人研究表明,施用石灰和沸石均能明显促进烤烟植株生长,出现差异的原因可能与

试验期间当地气候、土壤水分、养分吸收有关,需要进一步研究验证。

(2) 施用土壤改良剂可以改善烟株长势长相。试验表明,施用熟石灰和沸石的烟株农艺性状最好,节距拉长,叶面积增加,茎增粗,烟株生长趋于旺盛,这可能是因为施用沸石、熟石灰能改善烟株根系生长的环境条件,改善土壤团粒结构,增加土壤透气、透水性能,改善土壤的水、肥、气、热状况,调节土壤的 pH,提高微生物活动,提高土壤有效养分,从而使土壤生态系统处于良性循环。

(3) 病害影响烟株生长,降低烟叶产量,最终影响烟农产量、产值和经济效益,而施用土壤改良剂有利于提高烟株抗逆性。试验表明,与正常施肥相比,4 种土壤改良剂均能明显提高野火病的抗病性。此外,施用腐熟农家肥、油菜秆粉对降低烟田常见病害的发病率效果较为明显,这主要是因为施用腐熟农家肥、粉碎油菜秆能培肥地力,提高其他肥料的利用率、改善土壤的理化特性,提高土壤中有益微生物的数量与活性,从而抑制病原菌的生长,尤其是土传病害的发生。

(4) 烤烟生产要求优质适产,才能取得较好的经济效益。从烤烟产量、品质等来综合衡量,施用土壤改良剂能够有效改善烟株营养,烤后烟叶均价、上中等烟比例都有明显提高。试验表明,与正常施肥相比,增施粉碎油菜秆有机肥的处理上等烟比例、均价最高,烟叶质量最好,其次是施用腐熟农家肥的处理较好地增加了烟农的经济收入,降低了生产成本,提高了经济效益。

然而,单看最终产量和产值仍是正常施肥处理最高。这可能是 1 年里不同处理不足以对土壤肥力有明显的影响,所以出现了正常施肥处理的产量、产值比其他 4 个处理的高,而长期处理效果可能要更明显。此外,由于特殊年份的原因,当年干旱季节得出的数据并不能代表正常年份的结果,这值得进一步观测。

### 4 结论

(1) 正常施肥情况下,施用熟石灰、沸石、腐熟农家肥、油菜秆能降低烟田常见病害的发病率,尤其是野火病,可为烤烟种植病害防治工作提供较好的依据。

(2) 在正常施肥情况下,增施粉碎油菜秆或腐熟农家肥能改善烟叶品质,提高烟叶质量,增加经济效益。

(3) 施用土壤改良剂能够有效改善烟株营养,促进烟株对营养元素的吸收,烟株大田农艺性状表现良好,尤其是施用熟石灰和沸石。

(4) 综合田间农艺性状、抗逆性和烟叶质量分析,建议在施用一定适量的正常肥料基础上,大田理墒时条施粉碎油菜秆 4 500 kg/hm<sup>2</sup> 以改良植烟土壤,抑制病原菌的生长,改善烟叶品质,提高上等烟比例和均价,降低生产成本,增加烟农经济效益;大田移栽时增施 7 500 kg/hm<sup>2</sup> 腐熟农家肥,减少化肥施用量,可以提高烟株抗病性,改善烟叶品质,提高烟叶质量,以求最终达到优质适产的目的,这也符合绿色农业、生态农业的理念,为烟草生产可持续发展提供保障,为烟草行业高质量发展提供“源动力”。

## 参考文献

- [1] 胡国松. 烤烟营养原理[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [2] 晋艳, 杨宇虹, 段玉琪, 等. 烤烟轮作、连作对烟叶产量质量的影响[J]. 西南农业学报, 2004, 17(S1): 267-271.
- [3] 王树会, 纳红艳, 陈发荣, 等. 有机肥与化肥配施对烤烟品质及土壤的影响[J]. 中国农业科技导报, 2011, 13(4): 110-114.
- [4] 熊瑶, 陈建军, 王维, 等. 秸秆还田对烤烟根系活力和碳氮代谢生理特性的影响[J]. 中国农学通报, 2012, 28(30): 65-70.
- [5] 倡国涵, 赵书军, 王瑞, 等. 连年翻压绿肥对植烟土壤物理及生物性状的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2014, 20(4): 905-912.
- [6] 陈义群, 董元华. 土壤改良剂的研究与应用进展[J]. 生态环境, 2008, 17(3): 1282-1289.
- [7] 胡军, 陈彦春, 程兰, 等. 土壤改良剂对烤烟生长和烟叶品质的影响[J]. 安徽农学通报, 2010, 16(23): 99-101.
- [8] 李彰, 熊瑛, 吕强, 等. 微生物土壤改良剂对烟草生长及耕层环境的影响[J]. 河南农业科学, 2010, 39(9): 56-60.
- [9] 简盛义, 蒋志利, 李文渊, 等. 土壤改良剂对贵阳烟区烤烟生长发育和品质的影响[J]. 浙江农业科学, 2018, 59(3): 393-396, 399.
- [10] 刘春英. 不同土壤改良剂对烤烟产量和品质的影响[J]. 安徽农学通报, 2007, 13(21): 54-56.
- [11] 孙蕾峰, 王旭. 土壤调理剂的研究和应用进展[J]. 中国土壤与肥料, 2013(1): 1-7.
- [12] 龙明杰, 曾繁森. 高聚物土壤改良剂的研究进展[J]. 土壤通报, 2000, 31(5): 199-202.
- [13] 解开治, 徐培智, 严超, 等. 不同土壤改良剂对南方酸性土壤的改良效果研究[J]. 中国农学通报, 2009, 25(20): 160-165.
- [14] 郭豪, 宋鹏飞, 黄璐, 等. 土壤改良剂对酸性土壤改良效应和烤烟产量、质量的影响[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(6): 95-98.
- [15] 孙延国, 闫慧峰, 石屹, 等. 海洋类土壤改良剂对土壤理化性状及烤烟生长和产量的影响[J]. 中国农业科技导报, 2017, 19(3): 82-89.
- [16] 杨全忠, 李跃武, 刘建阳, 等. 施用石灰改良土壤的试验研究[J]. 烟草科技, 1999(2): 43-44.
- [17] 陈厚才. 施用石灰改良酸性土壤提高烤烟产质[J]. 烟草科技, 1996(6): 36-37.
- [18] 杨全忠, 李跃武, 刘建阳, 等. 施用石灰改良土壤的试验研究[J]. 烟草科技, 1992(2): 43-44.
- [19] 周晓, 李小兰, 陈志燕, 等. 配施有机肥对烤烟生长发育及品质影响的研究进展[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(27): 11001-11002.
- [20] 殷红慧, 张家征, 徐天养. 充分腐熟农家肥对烤烟生长发育及产量质量的影响[J]. 安徽农学通报, 2013, 19(4): 49-50, 59.
- [21] 范文思, 岳东林, 凌爱芬, 等. 腐熟农家肥用量对土壤养分和烤烟品质的影响[J]. 中国烟草科学, 2018(5): 71-78.
- [22] 魏静, 周恩湘, 姜淳, 等. 石灰性土壤上利用天然沸石活化磷矿粉的初步探讨[J]. 河北农业大学学报, 1999, 22(3): 25-27.
- [23] 李华兴, 李长洪, 张新明, 等. 天然沸石对土壤保肥性能的影响研究[J]. 应用生态学报, 2001, 12(2): 237-240.
- [24] 李昱, 何春梅, 林新坚. 施用沸石、白云石对植烟土壤及烟叶品质的影响[J]. 烟草科技, 2006, 39(4): 50-54.
- [25] 杨宗云. 不同土壤改良措施对烤烟农艺性状的影响分析[J]. 农村经济与科技, 2018, 29(24): 26-27.
- [26] 张晓海, 邵丽, 张晓林. 秸秆及土壤改良剂对植烟土壤微生物的影响[J]. 西南农业大学学报, 2002, 24(2): 169-172.
- [27] 颜波, 黄琼慧, 邓小华, 等. 湘西秸秆资源化利用现状及其在植烟土壤改良中的应用[J]. 作物研究, 2019, 33(2): 140-144.
- [28] 王育军, 江子勤, 李强, 等. 油菜秸秆还田减氮对烤烟经济性状及烟叶品质的影响[J]. 湖南文理学院学报(自然科学版), 2018, 30(4): 78-83.
- [29] 温学森, 杨世林, 马小军, 等. 地黄在加工炮制过程中 HPLC 谱图的变化[J]. 中草药, 2004, 35(2): 153-156.
- [30] 王小平, 胡志方, 王进, 等. 不同炮制法对熟地黄中化学成分影响的比较研究[J]. 时珍国医国药, 2015, 26(1): 91-93.
- [31] 谢彩侠, 李雅静, 张苗, 等. 不同种质地黄块根菊花心与非菊花心部位有效成分特征分析[J]. 中国实验方剂学杂志, 2018, 24(20): 75-83.
- [32] 谢彩侠, 张苗, 李雅静, 等. 怀地黄块根中菊花心与非菊花心部位的化学质量特征比较[J]. 中国中药杂志, 2017, 42(21): 4172-4179.
- [33] 李先恩, 杨世林, 杨峻山. 地黄不同品种及不同块根部位中梓醇含量分析[J]. 中国药理学杂志, 2002, 37(11): 820-823.
- [34] 许继承, 高明波, 王婷, 等. HPLC 测定地黄叶与生地、熟地中梓醇含量[J]. 广州化工, 2015, 43(12): 104-105, 155.
- [35] 王娟娟, 张振凌, 都盼盼, 等. UPLC 法测定地黄叶及块根中的梓醇和毛蕊花糖苷[J]. 中成药, 2015, 37(9): 1981-1984.
- [36] 张艳丽. 地黄叶的化学成分研究[D]. 哈尔滨: 黑龙江中医药大学, 2013.
- [37] 于文娜, 张振凌, 李柯柯, 等. 鲜地黄不同部位环烯醚萜苷类成分含量测定[J]. 食品研究与开发, 2017, 38(14): 134-137.
- [38] 施小华. 中药几个常用品种的混用问题及对药效的影响[J]. 中草药, 1998, 29(12): 833-835.
- [39] 刘昌孝, 陈士林, 肖小河, 等. 中药质量标志物(Q-Marker): 中药产品质量控制的新概念[J]. 中草药, 2016, 47(9): 1443-1457.
- [40] 柴茂, 董诚明, 江道会, 等. 不同品种怀地黄中梓醇和毛蕊花糖苷的高效液相色谱法测定[J]. 中医学报, 2013, 28(5): 690-692, 771.
- [41] 温学森, 杨世林, 魏建和, 等. 地黄栽培历史及其品种考证[J]. 中草药, 2002, 33(10): 946-949.
- [42] 常晰玲, 张翠英, 谢彩香, 等. 怀地黄产地适宜性分析[J]. 河南农业科
- [43] 学, 2010, 39(7): 77-80.
- [44] 李先恩, 陈士林, 魏淑秋, 等. 地黄适生地分析及等级划分[J]. 中国中药杂志, 2006, 31(4): 344-346.
- [45] 董晓丽, 李香串, 卫罡. NEB 对重茬地黄生长发育及有效成分的影响[J]. 安徽农业科学, 2017, 45(20): 119-120, 151.
- [46] 赵建邦, 宋平顺, 卫玉玲. 甘肃不同地区栽培地黄的质量评价[J]. 中医药信息, 2009, 26(5): 45-47.
- [47] 谭秀芳, 石明辉, 刘强, 等. 新疆引种地黄的质量评价[J]. 新疆医科大学学报, 2008, 31(6): 662-663, 666.
- [48] 王太霞. 怀地黄块根的发育与有效成分的积累关系及其道地性形成机制的研究[D]. 西安: 西北大学, 2004.
- [49] 翟伟原. 明清时期怀庆府道地药材历史地理研究[D]. 兰州: 西北师范大学, 2014.
- [50] 王楠斐, 陈随清. 地黄药材与土壤中多元素的相关性分析[J]. 中医学报, 2015, 30(6): 849-852, 855.
- [51] 张小波, 陈敏, 黄璐琦, 等. 我国地黄人工种植生态适宜性区划研究[J]. 中国中医药信息杂志, 2011, 18(5): 55-56, 59.
- [52] 孟祥龙, 马俊楠, 张朔生, 等. 熟地黄炮制(九蒸九晒)过程中药效化学成分变化及炮制辅料对其影响研究[J]. 中草药, 2016, 47(5): 752-759.
- [53] 柳祚勤, 桂蜀华, 夏荃, 等. 不同炮制加工的熟地黄对雌性大鼠排卵功能的影响[J]. 中国实验方剂学杂志, 2018, 24(13): 6-11.
- [54] 郭阿莉. 不同炮制方法对地黄化学成分及药理作用的影响[J]. 中国民间疗法, 2019, 27(4): 86-88, 108.
- [55] 秦昆明, 束雅春, 曹岗, 等. 中药炮制研究的思路与方法: 以地黄的炮制研究为例[J]. 中草药, 2013, 44(11): 1363-1370.
- [56] 李金花, 李军, 王君明, 等. 地黄叶化学成分及药理作用研究进展[J]. 中国老年学杂志, 2016, 36(19): 4926-4927.

(上接第24页)